

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення практичних занять, виконання контрольної роботи та
самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни:

**«Технічна діагностика систем
теплогазопостачання і вентиляції»**

(для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму 6.060101 «Будівництво»
та слухачів другої вищої освіти спец. 7.092108 (7.06010107) „Теплогазопостачання і
вентиляція”)

Харків
ХНУМГ

2014

Методичні вказівки до практичних занять для проведення практичних занять, виконання контрольної роботи та самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни: „Технічна діагностика систем теплогазопостачання і вентиляції” (для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму 6.060101 «Будівництво» та слухачів другої вищої освіти спец. 7.092108 (7.06010107) „Теплогазопостачання і вентиляція”) / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Л. В. Гапонова. –ХНУМГ, 2014. – 20 с.

Укладач: к.т.н., доц. Л.В. Гапонова

Рецензент: к.т.н., доц. В.В. Гранкіна

Рекомендовано кафедрою експлуатації газових
і теплових систем,
протокол №8 від 30. 08. 2012р.

Практичне заняття № 1

Тема „Основні дані про конструкції, що підлягають технічній діагностиці, види й причини руйнувань”

Основні вимоги до конструкцій, що підлягають технічному діагностуванню, викладені в Додатку цих методичних вказівок.

Контрольні запитання:

1. Як проводиться оцінка герметичності газопроводу?
2. Назвіть основні критерії оцінки стану антикорозійного ізоляційного покриття газопроводу?
3. Назвіть причини руйнувань газопроводів.

Практичне заняття № 2

Тема „Основні параметри методів контролю.

Внутрішньотрубна діагностика”

1. *Довжина хвилі λ (мм)* – мінімальна відстань між двома точками середовища, що коливаються в одній фазі:

$$\lambda = c/f;$$

де c – швидкість розпізнавання хвилі; f – частота коливань.

2. *Кут введення α* - кут між акустичною віссю В/З пучка в матеріалі виробу і нормаллю до межі розподілу.
3. *Довжина ближньої зони N (мм)* – відстань між робочою поверхнею ПЕП і точкою в акустичному полі, в якій точковий відбивач дає максимальний ехо-сигнал (по акустичній осі):

$$N = a^2 / \lambda,$$

де a – радіус п'єзопластини.

4. *Мертва зона M (мм)* – підповерхнева область, поверхня контролю, в якій дефекти заданого розміру не виявляються.

Мертва зона залежить від:

- тривалості електричного імпульсу,
 - від конструкції і характеристик ПЕП, що визначаються тривалістю вільних коливань п'єзопластини,
 - від акустичних характеристик об'єкта контролю (швидкості хвилі),
 - від еквівалентної площі дефектів, які необхідно знайти.
5. *Спрямованість поля* (ширина діаграми спрямованості) – подвоєний кут розкриття основного пелюстка діаграм спрямованості.
 6. *Променева дозволяюча здатність* - це мінімальна відстань між дефектами, розташованими по ходу променя, при якому вони ще фіксуються окремо. Променева дозволяюча здатність залежить від частоти (чим вище частота, тим менше ширина зондувального імпульсу) і тривалості зондувального імпульсу.
 7. *Фронтальна дозволяюча здатність, l (мм)* - мінімальна відстань між двома дефектами, розташованими на одній глибині, при якій вони ще фіксуються роздільно.
 8. *Максимальна глибина прозвучування* - максимальна глибина, на якій виявляється дефект заданого розміру. Залежить від амплітуди відбитого сигналу і максимального діапазону розгортки дефектоскопа.

9. *Мінімальний умовний розмір фіксованого дефекту* ΔX_{\min} (мм) – розмір дефекту, що ще викликає спрацювання індикаторів дефектоскопа при заданій чутливості.
10. *Чутливість* – параметр У/З контролю, що визначає можливість виявлення при контролі відбивачів заданого розміру.

Гранична чутливість – мінімальна площа дискового відбивача, орієнтованого перпендикулярно до акустичної осі ПЕП. Виявляється на заданій глибині у виробі з певного матеріалу даного настроювання апаратури. Для інших типів відбивачів така чутливість називається еквівалентною. Гранична чутливість вимірюється в мм².

Бракувальна чутливість – чутливість, при якій виконується оцінка допустимості виявленого дефекту за амплітудою ехо-сигналу.

Контрольна чутливість – чутливість, при якій виконується оцінка виявлених дефектів по інших вимірюваних характеристиках (крім амплітуди).

Пошукова чутливість – це чутливість, яку встановлюють при пошуку дефектів.

Умовна чутливість – це чутливість, що характеризується розмірами й глибиною залягання штучних відбивачів, виконаних у зразках з матеріалів з певними властивостями.

Внутрішньотрубна діагностика газопроводів проводиться за домовленістю із замовником з метою виявлення порушення їхньої форми і механічних пошкоджень стінок труб (овальність, вм'ятини та ін.), дефектів корозійного походження, тріщин у зварених з'єднаннях і стінках труб, а також фіксування фактичного просторового положення трубопроводу і його відхилення від проектного.

За результатами розшифрування даних внутрішньотрубною діагностики дається загальна оцінка вихідного (базового) технічного стану газопроводу перед введенням в експлуатацію.

Внутрішньотрубну діагностику газопроводу проводять шляхом пропуску по ньому спеціальних снарядів і здійснюють у такій послідовності:

- магнітний очисний поршень-шаблон для збору металевих предметів, які випадково потрапили в порожнину газопроводу, і перевірки можливості пропуску інспекційних дефектоскопів;
- снаряди для виявлення корозійних дефектів, виявлення тріщин у стінках і зварених з'єднаннях труб, просторового положення газопроводу.

Конструкція лінійної частини газопроводу повинна забезпечувати можливість проведення внутрішньотрубною діагностики, в тому числі мати:

- камери запуску і прийому внутрішньотрубних пристроїв;
- постійний внутрішній діаметр і рівнопрохідну лінійну арматуру без виступаючих всередину газопроводу вузлів і деталей, а також зварювального ґрата, підкладних кілець;
- мінімальний радіус вигину газопроводу не менше п'яти його діаметрів;
- ґрати на трійниках-врізаннях відводів, перемичках газопроводу, що виключають попадання внутрішньотрубних пристроїв у відгалуження;
- самостійні вузли пуску і прийому внутрішньотрубних пристроїв на ділянках переходів газопроводу через природні й штучні перешкоди, діаметр яких відрізняється від діаметра основного газопроводу;

- сигнальні прилади, маркерні пристрої, що реєструють проходження внутрішньотрубних пристроїв, встановлені у вузлах пуску, прийому і проміжних пунктах на газопроводі.

Внутрішньотрубну діагностику газопроводу слід виконувати за спеціальною інструкцією, що повинна передбачати організацію робіт із пропуску діагностичних пристроїв, технологію їхнього пуску і прийому, методи і засоби контролю за проходженням діагностичних пристроїв, вимоги безпеки і протипожежні заходи.

Внутрішньотрубна діагностика газопроводу проводиться в потоці повітря, природного газу або води. Режим роботи компресорної (подача газу, повітря) або насосної (подача води) станції повинен бути погоджений з оптимальними параметрами переміщення діагностичного пристрою.

У загальному випадку до основних робіт із внутрішньотрубною діагностикою входять (в порядку послідовності виконання):

- підготовка газопроводу;
- запасування внутрішньотрубною пристрою в камеру запуску;
- пропуск внутрішньотрубною пристрою під тиском газу, що транспортується (повітря, води) із записом інформації про технічний стан газопроводу в пам'яті пристрою;
- приймання внутрішньотрубною пристрою в камері прийому;
- розшифрування отриманої інформації.

Акти випробувань магістральних газопроводів наведені в Додатку.

Контрольні запитання:

1. Як проводиться внутрішньотрубна діагностика?
2. Як заповнюються акти випробувань магістральних газопроводів?
3. Назвіть основні параметри методів контролю.

Практичне заняття № 3

Тема „Нові розробки в області технічній діагностиці”

Зупинимось тільки на нових і оригінальних розробках деяких фірм і відзначимо тенденції організації досліджень, розробок і виробництва засобів ультразвукового НК і ТД.

МНТП "АЛТЕС" займається розробкою і виготовленням устаткування автоматизованого, механізованого і ручного ультразвукового контролю, що забезпечує максимальну надійність, продуктивність та інформативність процесу контролю якості при мінімальній участі оператора-дефектоскопіста.

Ультразвуковий багатоканальний дефектоскоп АУИУ "СКАНЕР" (варіанти виконання 8; 16; 32 каналу) призначений для автоматизованого високошвидкісного (до 3 м/с) контролю - дефектоскопії, товщинометрії, структуроскопії - у технологічному потоці виготовлення різних виробів: труб, валків, листів; тіл обертання: дисків, кілець, валів, поршнів і т.п; заготівель металоконструкцій: профілів та інших виробів. Одночасно МНТП "АЛТЕС" пропонує п'єзоелектричні перетворювачі для ультразвукового контролю. Перетворювачі використовують для роботи з ультразвуковими дефектоскопами і товщиномірами вітчизняного й імпорного виробництва.

Фірма 000 "Акустичні контрольні системи" займається розробкою і виробництвом широкої гами універсальних і спеціалізованих приладів ультразвукового

неруйнівного контролю на базі нових способів порушення-прийому ультразвукових коливань і цифрових технологій. Велика увага приділяється дослідженням методів контролю із застосуванням перетворювачів з сухим точковим контактом, ЄМА - перетворювачів. Це дефектоскопи А1212 МАЙСТЕР, А1214, товщиноміри А1207, А1207С, А1208, А1209, ЭМА товщиномір А1270, низькочастотні дефектоскопи КК1401, А1220, А1220, МОНОЛІТ. Компанія НПГ "АЛТЕК" є розробником і виробником ультразвукових дефектоскопів "ПЕЛЕНГ".

Фірма "ДІАГНОСТ" є офіційним представником провідних світових виробників приладів для НК, зокрема фірми "PANAMETRICS" (США), що робить ультразвукові дефектоскопи, товщиноміри і перетворювачі до них. НПФ "ДИАТОН" займається розробкою і виробництвом ультразвукових і акустико-емісійних приладів і систем контролю, проводить діяльність з технічного діагностування устаткування, що працює під навантаженням.

НПО "ИНТЕРЮНИС" розробляє і робить акустико-емісійне устаткування НК і ТД. Компанія „ПЕРГАМ” утворена в 1996 році, надає своїм клієнтам повний спектр устаткування і послуг для проведення технічної діагностики промислових підприємств. Стратегічними партнерами компанії є закордонні виробники, лідери світового ринку устаткування для діагностики FLIR Systems, Radiodetection, PRUGTECHNIK, PROSPAMMA Electric, GE PANAMETRICS, KODAK, Everest VIT, ZETEC.

ООО "Итал-Рентген" є представницьким офісом компанії "CILARDONI s.p.A." і має ексклюзивні права на поширення її продукції на території країн СНД. Фірма RD-tech представила через своє московське представництво цілий ряд ультразвукових приладів для системи автоматизованого, механізованого і ручного контролю із застосуванням різних перетворювачів, у тому числі ЄМА і пьезо-перетворювачів з фазованими ґратами. Фірма робить багатоканальні системи ультразвукового контролю труб парогенераторів, регулювальних стержнів АЕС та інших об'єктів атомних електростанцій.

Ультразвуковий структуроскоп УС-ЗЦІ призначений для оцінки властивостей чавуну, що впливають на зміну швидкості поширення ультразвукових коливань у ньому.

АТ "ИНТРОСКОП", засноване в 1959 р, спеціалізується на розробці й виробництві устаткування для неруйнівного контролю: ультразвукових, магнітних, електромагнітних дефектоскопів, ультразвукових товщиномірів, автоматизованих установок і систем технічної діагностики. Фахівцями підприємства розроблений і серійно випускається найпоширеніший на всій території СНД універсальний дефектоскоп УД2-12. У 2000 р. зроблена його модернізація. Новий прилад УД2-12/1 здатний передавати дані на комп'ютер, що дозволяє одержувати детальне зображення розгортки типу А, а також проводити паспортизацію результатів контролю.

Дефектоскоп РД-12КР призначений для одночасного контролю і виявлення дефектів у двох нитках рейок, укладених в шлях, а також для запису прийнятої інформації і подальшої передачі її для аналізу і збереження на персональному комп'ютері.

Ультразвуковий товщиномір УТ-93П/1 призначений для виміру товщини виробів з конструкційних металевих сплавів при однобічному доступі до них.

Ультразвуковий товщиномір УТ-96 призначений для експлуатації на відкритому повітрі, для виміру товщини стінки металів і металевих сплавів у діапазоні швидкості поширення ультразвукових коливань від 3000 ... 6000 т/5, рекомендується для виміру товщини стінок труб, покладених у газо- і нафто - проводи.

Основні тенденції в проведенні досліджень, розробці й постачаннях апаратури НК і ТД:

- використання світових досягнень в елементній базі приладів нового покоління (ЖК чорно-білі і кольорові графічні й електролюмінесцентні дисплеї);
- перехід до застосування цифрових технологій;
- підвищена увага до перетворювачів нового типу - із сухим точковим контактом, ЕМА-перетворювачі, фазовані антенні ґрати;
- об'єднання зусиль фахівців в області розробки методик і приладів ультразвукового контролю.

Інформація про системи радіаційного контролю YXLON International (система рентгенотелевізійного контролю МУ 2000, система поліпшення та архівування зображень IMAGE /2500i, IMAGE 3500-DP посилення радіаційних зображень типу ХЕ.5 з вхідними екранами 105... 250 мм високостабільні рентгенівські апарати на анодну напругу 5...450 кВт і потужність 4,5 кВт); AGFA (цифрова система RADView була доповнена широким спектром зразків рентгенівських апаратів систем реєстрації, обробки й архівування радіаційних зображень вітчизняних розробників: "Спектрів-груп", "Нев-Рентген", "Синтез НДТ", ННітроскопії при ТПУ, "МФ НИКИМІТ", "Експерт-Центр" та ін.

Істотно розширена номенклатура рентгенівського устаткування, що випускається фірмою "Центр діагностики". Крім переносних сильноточних моноблочних апаратів на напруги до 90, 100, 160, 220, 300 кВ представлені мікрофокусні рентгенівські апарати з фокусом до 0,02 мкм. Серед імпульсних рентгенівських джерел безумовним лідером є продукція "СПЕКТР груп" серія апаратів "САРМА" на анодні напруги від 100 до 1000 кВт. Вага блоків випромінювача від 2,5 до 6 кг.

Фірма "Синтез НДТ" (Санкт-Петербург) випускає стаціонарні рентгенівські апарати типу "Витязь" і "Бастіон" на максимальні анодні напруги 120-450 кВт, потужністю 2 кВт і фокусними відстанями 0,2...5,5 мм, переносні рентгенівські апарати серії РПД-200 на анодні напруги 70-200 кВт і потужність 1кВт. Вона оснащує випромінювачі рентгенівських апаратів спеціалізованими штативами і візками, що дозволяють закріплювати випромінювач апарата "РПД-200" на труби діаметром від 275 до 1420 мм.

Дефектоскоп ВД-89НМ - призначений для виявлення дефектів типу порушень суцільності (тріщин, волосовин та ін.) у тому числі стрес-корозійних тріщин в листах, трубах, трубопроводах. Широко застосовується для перевірки ділянок газопроводу в шурфах після його перевірки внутрішньотрубними магнітними або ультразвуковими снарядами-дефектоскопами.

Вихреструмний дефектоскоп ВД-89Н - портативний прилад, заснований на реєстрації комплексного опору малогабаритного накладного ВТП олівцевого типу. Широко використовується в різних галузях: автомобільній, авіаційній промисловості, кольорової і чорної металургії, залізничному транспорті та ін.) для виявлення й оцінки глибини поверхневих тріщин.

EDDYSCAN 300 – багатоканальна, багаточастотна вихрострумова система французької фірми "СМ", призначена для дефектоскопії труб і прокату в потоці їхнього виробництва. Комплектується блоками з прохідними ВТП або з накладними обертовими. Діапазон частот від 1 до 2 МГц. Обробка сигналу - амплітудно-фазова за несучою частотою, частотна - за низькочастотною огинаючою.

EDDYCHECK.LAB 2 - вихрострумовий дефектоскоп німецької фірми "Pruftechnik" для контролю труб і прокату широкої номенклатури діаметрів і марок сталей. Структурна схема, програмне забезпечення і функціональні можливості аналогічні дефектоскопу "Eddy scan 300 фірми "СМ".

Асортимент портативної апаратури широко представлений численними фірмами зі США, Німеччини, Франції, Італії, Китаю.

Фірма "TESTex" (США) розробила ряд електромагнітних скануючих систем для контролю днищ резервуарів (система Falcom 2000), зварених з'єднань, труб із зовнішньої і внутрішньої сторін (TS-2000). Використовується змінне електромагнітне поле низької частоти. Вимірювальні датчики розміщують на механічних сканерах, переміщуваних вручну по контрольованій поверхні. Система комплектується широким набором сканерів. Дефекти, що виявляються: корозійні пошкодження, тріщини, корозійні стоншення стінки виробу.

Говорячи про рентгенівський метод контролю, треба підкреслити, що з'явився ряд розробок рентгенівських апаратів (Центр діагностики, АВКОНТ, Аск-рентген, Синтез НДТ), які можуть ефективно використовуватися при розробці технічних засобів, призначених для антитерористичної діагностики. За своїми технічними і функціональними характеристиками такі РА не поступаються імпортованим аналогам, а за сумарним критерієм "ціна - якість - функціональні можливості" навіть перевершують їх.

В області візуального й оптичного контролю найбільший інтерес для вирішення пошуково-доглядових задач становлять ендоскопічні системи. На експозиції таких груп, як „Діагност”, „ИНТЕК”, „ОЛИМПУС”, „EVEREST”, та ін. представлені різні типи ендоскопічних систем. Це тверді ендоскопи різного діаметра і довжини, гнучкі оптоволоконні системи з керованим дистальним кінцем і, нарешті, телевізійні ендоскопи на основі малогабаритних кольорових високочутливих ТС. Широка номенклатура ендоскопів доповнюється значним спектром додаткових аксесуарів, включаючи оптичні перехідники для приєднання цифрових фотокамер і телевізійних камер до оптичних ендоскопів, освітлювачі різних типів і потужності, програмне забезпечення для обробки й архівації одержуваних зображень і т.п.

У короткому огляді неможливо охопити всі напрямки роботи великої армії фахівців, які працюють в області НК і ТД. Але студент познайомився з досягненнями провідних НДІ, КБ і фірм, що розробляють і випускають сучасні методи й засоби НК і ТД.

Контрольні запитання:

1. Назвіть основні сучасні прилади, які застосовуються у технічній діагностиці систем теплогазопостачання і вентиляції
2. Наведіть засоби для магнітопорошкового контролю.
3. Що нового Ви пропонуєте внести в сучасні методи технічної діагностики систем теплогазопостачання і вентиляції?

Практичне заняття № 4

Тема „Правила безпеки при виконанні робіт з діагностичного контролю”

Обслуговування теплових мереж повинне виконуватися відповідно до РД 34.03.201 „Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и тепловых сетей”.

Персонал, що займається експлуатацією, ремонтом, налагоджуванням та випробуванням теплових мереж, теплових пунктів та опалювальних котельних, повинен пройти спеціальне навчання з безпеки виконання робіт та бути атестованим на право роботи відповідно до посади.

Контрольні запитання:

1. Які правила безпеки передбачаються при виконанні перевірки газопроводу і теплових мереж?
2. Які вимоги до форми одягу робочого персоналу, який проводить КПО (комплексне приладове обстеження) ?
3. Які документи заповнюють при початку робіт з технічного діагностування об'єктів?

Практичне заняття № 5

Тема „Використання засобів технічної діагностики, зразків матеріалів і макетів конструкцій”

Література до теми: [3, 7, 9]

Контрольні запитання

1. Які товщиноміри застосовують для визначення товщини стінки труби?
2. Як проводиться оцінка стану ізоляційного покриття?
3. Назвіть основні критерії, за якими визначають технічний стан газопроводів, які експлуатуються.

Практичне заняття № 6

Тема: „Визначення кількості повітря, що протікає по воздуховодах. Визначення вмісту пилу в повітрі”

Визначення кількості повітря, що протікає по воздуховодах

Витрата повітря L , м³/год, що проходить через переріз воздуховода, проріз або отвір, визначається за формулою

$$L=3600 \cdot v \cdot F,$$

де v - середня швидкість руху повітряного потоку, м/с;

F - площа перерізу, через який проходить повітря (заміряється при випробуваннях), м².

Витрата повітря L , м³/год, що проходить через проріз, закрита ґратами,

$$L=3600 \cdot k \cdot v,$$

де k – поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції та архітектурного оформлення ґрат (для відкритого прорізу $k=1$).

При випробуванні вентиляційних установок з однотипними ґратами і відсутності витоків (підсмоктувань) повітря у воздуховодах поправочний коефіцієнт визначається як:

$$k = \frac{L_{\text{общ}}}{L_1 + L_2 + L_n},$$

де $L_{\text{общ}}$ - загальна витрата повітря, заміряна в магістральному воздуховоді, м³/год.

L_1, L_2, L_n - витрати повітря, визначені за швидкостями, заміряними у перерізах окремих ґрат, $\text{м}^3/\text{год}$.

Задача 1. Визначити витрати повітря по ґратах. Витрата повітря, заміряна за допомогою мікроманометра в магістральному воздуховоді, склала $7350 \text{ м}^3/\text{год}$. При вимірах витрати повітря анемометром по однотипних ґратах отримані наступні витрати: 3000, 1500, 1250, 2100, $2650 \text{ м}^3/\text{год}$.

Вимірювання тисків. Найпростішим з манометрів є U-подібний манометр, що являє собою U- подібну скляну трубку. Відлік виконується по відстанях між менісками в обох колінах трубки. Дійсний тиск $p_{\text{ист}} =$ різниці рівнів $H_{\text{отсч}}$, помноженій на густину рідини $\rho_{\text{ж}}$:

$$p_{\text{ист}} = H_{\text{отсч}} \cdot \rho_{\text{ж}}$$

Задача 2. Визначити величину дійсного тиску, якщо різниця рівнів манометра, заповненого етиловим спиртом, $H_{\text{отсч}}$ складає 30 мм. Густота чистого етилового спирту $0,81 \text{ г/см}^3$.

Визначення вмісту пилу в повітрі.

Концентрація пилу в мг/м^3 визначається *гравіметричним методом*, - обсяг запиленого повітря просмоктується через фільтр, що затримує пил. Кількість пилу обчислюється за різницею маси фільтра до і після просмоктування через нього повітря.

Концентрацію пилу в повітрі, мг/м^3 , підраховують за формулою

$$DO = 1000 \cdot g_n / V,$$

де g_n – кількість уловленого пилу, мг;

V – об'єм пропущеного через фільтр повітря при температурі 20°C і атмосферному тиску 760 мм.рт.ст. , м^3 визначається:

$$V = \frac{293 \cdot p \cdot V_t}{(273 + t) 101.325},$$

де V_t – кількість повітря, вимірювана при температурі t у місці добору проб і при барометричному тиску, л.

Контрольні запитання

1. Як визначити концентрацію пилу в повітрі?
2. Як провести визначення кількості повітря, що протікає по воздуховодах?
3. Які типи манометрів Ви знаєте?

Практичне заняття № 7

Тема „Особливості організації робіт та діяльності лабораторій технічної діагностики залежно від спеціалізації в області акредитації”

Метою комплексного приладового обстеження (КПО) підземних газопроводів є визначення їх герметичності й суцільності захисного покриття з використанням сучасних приладів. КПО проводиться на підземних газопроводах, призначених для транспортування природного, попутного і зрідженого газу.

Роботи з КПО підземних газопроводів виконуються особами, які пройшли необхідне стажування та перевірку знань інструкцій для експлуатації приладів й апаратури, правил проведення робіт на проїзній частині населених пунктів. Бригада повинна бути забезпечена необхідними справними приладами й інструментом, що дають можливість робити розмітку траси й дрібноглибинні буравлення.

Список газопроводів на проведення планового КПО підземних газопроводів складається щорічно. Строки проведення КПО визначаються з урахуванням ступеня захисту газопроводу й корозійних умов, в яких він експлуатується. На газопроводах, що мають захисне покриття нижче типу "досить посилене", як доповнення до КПО повинне проводитись контрольне шурфування для визначення стану труб і якості зварених стиків.

У цілому процес КПО підземних газопроводів можна розділити на такі етапи:

- 1) вивчення завдання й технічної документації на об'єкт обстеження;
- 2) підготовка апаратури і приладів до виїзду на об'єкт, включаючи зарядку акумуляторів, перевірку і, при необхідності, заміну елементів живлення, перевірку справності апаратури короткочасним випробуванням її в роботі;
- 3) відключення установок електрозахисту;
- 4) настроювання апаратури на місці обстеження з регулюванням генератора й приймача на відповідність їхніх частот необхідній чутливості;
- 5) визначення траси й, при необхідності, глибини закладення газопроводу з нанесенням осрової лінії газопроводу на поверхні покриття над обстежуваним газопроводом;
- 6) обстеження стану захисного покриття газопроводу з виявленням місць із підозрою на пошкодження або зношування ізоляції;
- 7) перевірка щільності газопроводу з контролем загазованості ґрунту над газопроводом у газових колодязях і колекторах інженерних комунікацій, підвалах будинків, розташованих до 15 м від осі газопроводу;
- 8) включення установок електрозахисту у роботу;
- 9) оформлення робочого аркуша (акта-висновку) про результати приладової перевірки.

Розмітку траси підземного газопроводу виконують в такий спосіб. Після прибуття на місце провадження робіт керівник бригади й майстер ділянки визначають місце підключення генератора, яке повинне перебувати орієнтовно посередині траси. Це дозволить зробити обстеження газопроводу більшої довжини з одного підключеного генератора.

Визначення й уточнення траси газопроводу здійснюють в такий спосіб: підключивши генератор до газопроводу, визначають на місці нульовий пікет-початок траси, за який слід приймати місце врізання газопроводу або початок вулиці. При проведенні робіт на проїзній частині вулиць слюсарі повинні бути одягнуті в жовтооранжеві жилети й мати при собі сигнальні прапорці. Порядок підготовки й настроювання трассошукача або апаратури зазначений в паспорті на прилад. Найбільш точно визначити вісь прокладки, можна за мінімальним сигналом, пошуковий контур при цьому треба тримати під кутом 45° ; орієнтуючись по кутовій насадці у вертикальній площині прокладки, переміщувати перпендикулярно до її осі. У місці відгалуження або різкого повороту за 1-2 м до нього сигнал генератора пропадає й з'являється знову після проходження тієї ж відстані в новому напрямку. Для виявлення нових напрямків газопроводу необхідно прослуховувати місцевість навколо зони зникнення сигналу радіусом 2-3 м. Для підтвердження того, що газопровід дійсно міняє свій напрямок або має тут відвід, потрібно визначити кілька точок осі траси в новому напрямку.

При прослуховуванні газопроводів великої довжини, що йдуть окремо, як правило, в незабудованій або малозабудованій зоні, необхідно користуватися безконтактним способом знаходження траси газопроводу. При цьому генератор підключається до двох заземлювачів, один з яких установлюється ближче до осі газопроводу, а інший ставиться збоку. Для визначення глибини закладення газопроводу штангу пошукового контуру розташовують щодо поверхні землі в колишньому розташуванні, але орієнтуючи її поперек знайденої й відзначеної лінії на поверхні землі осі підземного газопроводу. Потім пошуковий контур відносять у цьому поперечному від осі напрямку до точки, де сигнал у телефонах буде відсутній або найбільш слабкий, а при подальшому переміщенні знову поступово підсилюватиметься. Відстань від лінії осі газопроводу до знайденої точки загасання сигналу буде рівною глибині закладення газопроводу в цьому місці.

Перевірка герметичності підземного газопроводу, тобто обстеження його на наявність витоку газу виконують за допомогою газових індикаторів типу "Варіотек", або аналогічних, відповідно до інструкції з їхньої експлуатації. Обстеження на герметичність виконують у складі КПО в плановому порядку, також за спеціальними викликами, включаючи атестацію газопроводу при введенні його в експлуатацію.

Відхилення стрілки приладу більше 10 % і поява звукового сигналу свідчать про можливу наявність витоку газу. У цьому разі необхідно:

- відзначити на трасі місце початку й закінчення відхилення стрілки;
- повернутися від місця початку відхилення стрілки назад на кілька метрів і продуту прилад чистим повітрям до відновлення "нуля";
- перемкнути прилад на наступний діапазон чутливості й повторити обстеження даної ділянки, де була зафіксована загазованість;
- якщо стрілка приладу відхиляється до максимуму, необхідно, продуваючи прилад і міняючи діапазон у бік зменшення чутливості, визначити місце стійкого максимуму показання приладу;
- шляхом кругових і радіальних переміщень щодо точки траси з максимальною загазованістю, змінюючи діапазони чутливості, визначити зону загазованості ґрунту.

Уточнення місця витоку газу виконують шляхом дрібноглибинного буравлення й огляду зони максимальної загазованості. При виявленні зони загазованості треба викликати аварійну службу й приступити до обстеження всіх об'єктів у радіусі 50 м від передбачуваного місця витоку газу з підземного газопроводу. До приїзду аварійної служби бригада, яка робить обстеження, разом з майстром ділянки повинна вжити необхідні заходи безпеки щодо запобігання аварії.

Документальне оформлення КПО підземного газопроводу здійснюється оформленням робочого документа, в якому дається висновок про стан обстежуваного газопроводу. Інформація про результати проведення КПО, аварійних робіт з ліквідації витоків газу й шурфового огляду повинна оперативно відбиватися в паспорті газопроводу.

Контрольні запитання

1. В якій послідовності виконують роботи з КПО?
2. Які прилади використовують для КПО?
3. Як здійснюється документальне оформлення робочого документа?

Практичне заняття № 8

Тема „Нормативно-технічне забезпечення робіт в області технічній діагностики”

I. Загальні вимоги до технічної документації на об'єктах діагностування

1. Котли, посудини й апарати, що працюють під тиском (балони, цистерни, теплообмінники) залежно від призначення повинні відповідати технічним умовам на виготовлення, діагностування і контроль їхнього технічного стану, а також мати паспорт з переліком зазначених ТУ.
2. Наявність стандартів, ТУ і паспортів на об'єкти забезпечує власник об'єкта.
3. Технічна документація на об'єкт діагностування включає:
 - паспорт об'єкта (з усіма необхідними додатками),
 - інструкції з монтажу й експлуатації,
 - креслення,
 - технічні умови, експлуатаційну документацію,
 - дані про попередні випробування, проведені ремонтні роботи і використані ремонтні технології (акти, висновки, звіти).
4. Технічна документація на об'єктах повинна містити:
 - підтвердження використання об'єкта за призначенням,
 - розрахунковий термін експлуатації,
 - регламентовані режими і параметри експлуатації,
 - терміни і черговість проведення контролю технічного стану і технічного діагностування з метою підтвердження запланованих параметрів технічного стану.

II. Загальні технічні вимоги до розробки програми діагностування

Програма діагностування повинна передбачати три етапи робіт:

- попередній,
- основний,
- заключний.

Попередній етап включає: ознайомлення з технічною документацією, оцінку контролепридатності об'єкта для визначення можливості обстеження зовнішніх і внутрішніх поверхонь, формулювання загальних технічних вимог до діагностування об'єкта, вибір схем, методик, апаратурних і розрахункових способів діагностування.

Основний етап передбачає виконання робіт відповідно до технології, розробленої на попередньому етапі.

Заключний етап передбачає оформлення протоколів про результати окремих видів випробувань, розрахунки на міцність, складання звіту про результати технічного діагностування з рекомендацією щодо ремонту або заміни устаткування.

III. Вимоги до звітності й висновків за результатами діагностування

Звітність за результатами діагностування складається з:

- первинної документації (таблиці, схеми, діаграми, фотографії),
- протоколів або актів окремих видів діагностування або розрахунків,
- протоколи технічного діагностування з висновками про результати і рекомендаціями щодо режимів подальшої експлуатації об'єкта, його ремонту або заміни на новий.

Студенти повинні самостійно заповнити протокол, виданий викладачем.

Контрольні запитання

1. Які загальні вимоги до технічної документації на об'єктах діагностування?
2. Які етапи передбачає програма діагностування?
3. Заповніть протокол технічного діагностування з висновками про результати і рекомендаціями щодо режимів подальшої експлуатації об'єкта, його ремонту або заміни на новий.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

1. Технічна діагностика і залишковий ресурс матеріалів і конструкцій.
2. Технічна діагностика і неруйнівний контроль.
3. Особливості пошкоджень і руйнувань конструкцій.
4. Розробки і дослідження в області технічної діагностики.
5. Засоби неруйнівного контролю у технічній діагностиці.
6. Процедура діагностичних випробувань і контролю об'єктів. Обробка і подання результатів.
7. Правила безпеки при виконанні робіт з діагностичного контролю.
8. Параметри діагностування трубопроводів.
9. Технічна діагностика при проектуванні на технологічних стадіях: виготовлення, випробування ремонту й експлуатації конструкції.
10. Розробки і дослідження в області технічної діагностики. (Алгоритм діагностування, критерії оцінки ресурсу, методичне забезпечення).
11. Методика акустичної емісії діагностування трубопроводів і посудин, що працюють під тиском.
12. Основні дані про конструкції, що підлягають технічному діагностуванню, види і причини руйнування.
13. Фактори, що викликають старіння зварених конструкцій.
14. Контроль стикових зварених з'єднань.
15. Методи ультразвукового контролю. Ехо-імпульсний метод.
16. П'єзоелектричні перетворювачі.
17. Вимірювані характеристики дефектів.
18. Завдання технічної діагностики.
19. Способи підвищення міцнісних характеристик зварених з'єднань.
20. Нормативно-технологічне забезпечення робіт в області технічної діагностики.
21. Випробування вентиляційних пристроїв.
22. Налагодження вентиляційних пристроїв.
23. Технічне діагностування компресорів.
24. Методи технічної діагностики.
25. Вимоги до кваліфікації персоналу в області технічної діагностики.
26. Способи зниження залишкових зварювальних напружень.
27. Способи зміцнення і підвищення експлуатаційних характеристик і ресурсу конструкцій. Ремонтні технології.
28. Промислове використання засобів технічної діагностики на трубопроводах, посудинах, що працюють під тиском, та інших конструкціях.
29. Інженерне забезпечення діагностичних випробувань. Ремонтні роботи на об'єктах технічного діагностування.
30. Організаційні заходи із забезпечення технічної діагностики в системі Держнаглядохоронпраці: оснащення лабораторій засобами діагностичного контролю, процедура видачі дозволу на право виконання робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила обстежень, оцінки технічного стану, паспортизації та проведення планово-запобіжних ремонтів газопроводів і споруд на них. - Київ, 1998. - 39 с.
2. Гетьман А. Ф., Козин Ю. Н. Неразрушающий контроль и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов давления - М.: Энергоатомиздат, 1997. - 288с.
3. Клюев В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. - М.: Машиностроение. -1986. - 448 с.
4. Kadenko I., Zaslavskii V., Sakhno N. Application of the complex NDT approach for inspection of NPP power system // Proceedings of International Symposium on Nondestructive Testing Contribution to the Infrastructure Safety Systems in the 21-st Century.-Torres, RS, 22 - 26 November-Brazil. 2004 - 4 p.
5. Заславский В. А., Каденко И. Н. Роль и место методов неразрушающего контроля для обеспечения надежности и долговечности сложных систем с высокой ценой отказа// Информационно рекламный бюлетень "Неразрушающий контроль". 1999. - №1. - С. 15 - 22.
6. Прохопович В. Е., Петров Г. Д. // В мире неразрушающего контроля. - 2005. - № 4. - С. 10 - 13.
7. Остап О. П., Учанін В. М., Андрейко І. М., Маковійчук І. Р. Технічна діагностика і ресурс конструкцій після довготривалої експлуатації // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. - Київ - Львів: Центр "Леотест - Медіум". - 2004. - С. 3 - 8.
8. Bush S. A review of Nuclear Piping Failures at their use in Establishing the reliability of Piping Systems // Service Experience in Fossil and Nuclear Power Plants. ASME 1999. - PVP - Vol. 392. - P. 137 -155.
9. Технические средства диагностирования: Справочник (В. В. Клюев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчук и др.); Под общ.ред. В.В. Клюева. - Машиностроение, 1999. - 672с.

АКТ №

**випробування магістрального газопроводу на міцність
і перевірку на герметичність**

" _____ " _____ м.

Населений пункт _____

Найменування газопроводу _____

Ми, що нижче підписалися, голова і члени комісії з очищення порожнини й
випробування газопроводу, призначеної наказом _____

(найменування організації)

від _____ № _____ у складі _____

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

склали цей акт про те, що в період з _____

по _____ 200_ м. будівельно-монтажною організацією _____

за участю _____

виконано _____

(спосіб випробування- гідравлічним, пневматичний газом або повітрям,
комбінований) _____

випробування на міцність і перевірку на герметичність ділянки від

ПК _____ км _____ до ПК _____ км _____

Робочий тиск на ділянці газопроводу складає за проектом _____ МПа
(кГс/см^2), а тиск у нижній точці випробуваної ділянки

на ПК _____ км _____ складає по проекті _____

МПа (кГс/см^2).

Випробування на міцність і перевірка на герметичність проведені у відповідності з
діючими СП:

на міцність тиском у нижній точці _____ МПа (кГс/см^2), а у верхній крапці
(ПК _____ км _____) _____ МПа (кГс/см^2);

на герметичність тиском _____ МПа (кГс/см^2) у точці _____ (ПК
_____ км _____).

Для виміру тисків при випробуванні на міцність і перевірки на герметичність
використані технічні манометри класу точності _____

з діаметром шкали _____ мм, установлені на ПК _____ км _____.

(№ 1, 2 і т.п.)

Під час випробування газопроводу на міцність відмов (розриви, витоки і т.д.) _____.

(не відбулося, відбулося)

Ділянку газопроводу, зазначена в цьому акті _____

(після усунення відмовлень)

вважати такою, що витримала випробування на міцність і герметичність.

Голова комісії _____

(підпис)

Члени комісії _____

АКТ №

видалення води після гідравлічного випробування магістрального газопроводу

" _____ " _____ 200_ м.

Населений пункт _____

Найменування газопроводу _____

Ми, що нижче підписалися, голова і члени комісії з очищення порожнини і випробування газопроводу, призначеної наказом _____
(найменування організації)

від _____ № _____ у складі _____

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

склали цей акт про те, що в період з _____ по _____ 200_ м. будівельно-монтажною організацією за участю _____

виконано видалення води після гідравлічного випробування

_____ (число етапів процесу; кількість і тип поршнів-роздільників,

_____ за допомогою яких відбувався процес видалення води)

на ділянці від ПК _____ км _____ до ПК _____ км.

Видалення води з газопроводу після гідравлічного випробування зроблене відповідності до діючих СП.

Результати видалення води вважаються задовільними.

Ділянку газопроводу, зазначену в акті, слід вважати повністю звільненою від води.

Голова комісії _____

(підпис)

Члени комісії _____

АКТ №
попереднього випробування кранового вузла
запірної арматури на ПК/км газопроводу

(назва об'єкта)

Ми, що нижче підписалися, представник будівельно-монтажної організації

і представник замовника

склали цей акт про те, що проведено попереднє випробування кранового вузла
запірної арматури на ПК/км газопроводу

(назва об'єкта)

змонтованого відповідно до проекту і вимог СНиП III-42-80.

Випробування виконувалося тиском, рівним $P_{\text{раб}}$ з витримкою протягом
годин.

При цьому зафіксовано:

При випробуванні падіння тиску не виявлено.

По закінченні випробування на міцність тиск знижений до Мпа і зроблений
огляд вузла. При огляді дефектів і витоків не виявлено

На підставі вищевикладеного слід вважати крановий вузол запірної
арматури

(що витримав, невитримав)

попередні гідравлічне випробування.

Представник будівельно-монтажної організації

(підпис)

Представник замовника

(підпис)

ЗМІСТ

	Стор.
Практичне заняття № 1. Тема „Основні дані про конструкції, що підлягають технічній діагностиці, види й причини руйнувань”	3
Практичне заняття № 2. Тема „Основні параметри методів контролю. Внутрішньотрубна діагностика.”	3
Практичне заняття № 3. Тема „Нові розробки в області технічній діагностиці”	5
Практичне заняття № 4. Тема „Правила безпеки при виконанні робіт з діагностичного контролю”	9
Практичне заняття № 5. Тема „Використання засобів технічній діагностиці, зразків матеріалів і макетів конструкцій”	9
Практичне заняття № 6. Тема „Визначення кількості повітря, що протікає по воздуховодам. Визначення вмісту пилу в повітрі.”	9
Практичне заняття № 7. Тема „Особливості організації робіт та діяльності лабораторій технічної діагностики залежно від їх спеціалізації в області акредитації”	10
Практичне заняття № 8. Тема „Нормативно-технічне забезпечення робіт в області технічній діагностиці”	13
Індивідуальні завдання до самостійної роботи студентів.	14
Список літератури.....	15
Додаток.....	16

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для проведення практичних занять, виконання контрольної роботи та самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни:

**„ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ
І ВЕНТИЛЯЦІЇ”**

(для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму 6.060101 «Будівництво» та слухачів другої вищої освіти спец. 7.092108 (7.06010107) „Теплогазопостачання і вентиляція”)

Укладач: **Гапонова** Людмила Вікторівна

Відповідальний за випуск: *Р. Б. Ткаченко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2012, поз. 138 М

Підп. до друку 17.09.2012 р.

Друк на ризографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 4,7

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.